

## Esercitazioni numeriche di Chimica Generale e Inorganica

### Lo Stato Gassoso

1. Una certa quantità di idrogeno viene posta in una camera di platino a volume costante. Quando la camera viene immersa in un bagno di ghiaccio che sta fondendo, la pressione assoluta del gas è di 1000 mm di mercurio.

(a) Qual è la temperatura in gradi centigradi quando il manometro segna esattamente 100 mm di Hg?

(b) A che pressione si arriverà quando la camera sarà portata a 100°C?

2. Una mole di gas occupa 22.4 litri in condizioni normali. (a) A quale pressione è necessario portare 1 mole di ossigeno perché occupi un volume di 5 litri a 100°C? (b) Qual è la massima temperatura in gradi centigradi a cui questa quantità di ossigeno potrebbe essere contenuta in un volume di 5 litri, se la pressione non deve superare le 3 atm? (c) Quale volume sarebbe necessario per contenere questa stessa quantità se fossero fissate le condizioni di 100°C a 3 atm?

3. Se la densità assoluta di un gas a 30°C e a 768 mm di Hg è pari a 1.253 g/l, trovare la sua densità assoluta nelle condizioni normali.

4. Un volume di 95 ml di ossido d'azoto a 27°C viene raccolto su mercurio, in una provetta graduata; il livello del mercurio all'interno del tubo è maggiore di 60 mm rispetto al livello del mercurio all'esterno, quando il barometro indica 750 mm, (a) Calcolare il volume della stessa massa di gas nelle condizioni normali. (b) Che volume occuperà la stessa massa di gas a 40°C, quando la pressione barometrica è di 745 mm e il livello del mercurio all'interno del tubo è di 25 mm più basso del livello esterno?

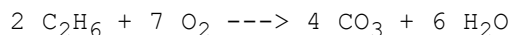
5. La respirazione di una sospensione di cellule di lievito viene misurata osservando la diminuzione di pressione del gas al di sopra della sospensione. L'apparecchiatura è fatta in modo che il gas rimanga ad un volume costante di 16 cm<sup>3</sup> e il cambiamento di pressione viene causato dall'assorbimento di ossigeno da parte della cellula. La pressione viene misurata con un manometro il cui liquido ha una densità assoluta di 1.304 g/cm<sup>3</sup>. Tutta l'apparecchiatura viene immersa in un termostato a 37°C. In un periodo di osservazione di 30 minuti, il livello del liquido, nella parte aperta del manometro, si abbassa di 37 mm. Trascurando la solubilità dell'ossigeno nella sospensione di lievito, calcolare il consumo orario di ossigeno da parte delle cellule in mm<sup>3</sup> di O<sub>2</sub> (in condizioni normali)/h.

6. Un recipiente di 250 ml contiene cripto a 500 mm di Hg. Un recipiente di 450 ml contiene elio a 950 mm. Vengono mescolati i contenuti dei due recipienti, aprendo un rubinetto che li collega. Supponendo che tutte le operazioni vengano eseguite a temperatura costante e uniforme, calcolare la pressione finale totale e il per cento in volume di ogni gas nella miscela risultante. Trascurare il volume del rubinetto.

7. La tensione di vapore dell'acqua è, a 80°C, di 355 mm di Hg. Un recipiente di 100 ml contiene ossigeno saturo d'acqua a 80°C, la pressione totale del gas essendo di 760 mm di Hg. Il contenuto del recipiente viene pompato dentro un altro recipiente di 50 ml alla stessa temperatura. Quali saranno le pressioni parziali dell'ossigeno e del vapor d'acqua e la

pressione totale, nello stato finale dell'equilibrio? Trascurate il volume dell'acqua di condensazione.

**8.** Il gas etano  $C_2H_6$  brucia all'aria secondo la reazione chimica:



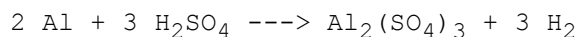
Determinare il numero di:

- (a) molecole di  $CO_2$  e di  $H_2O$  formatesi quando si è bruciata 1 mole di  $C_2H_6$ ;
- (b) litri di  $O_2$  richiesti per bruciare 1 litro di  $C_2H_6$ ;
- (c) litri di  $CO_2$  formati dalla combustione di 25 litri di  $C_2H_6$ ;
- (d) litri di  $CO_2$  formati (in condizioni normali) dalla combustione di 1 mole di  $C_2H_6$ ;
- (e) moli di  $CO_2$  formati dalla combustione di 25 litri (in condizioni normali) di  $C_2H_6$ ;
- (f) grammi di  $CO_2$  formati dalla combustione di 25 litri di  $C_2H_6$  in condizioni normali.

**9.** Quanti grammi di  $KClO_3$  sono necessari per preparare 18 litri di ossigeno raccolti su acqua a  $22^\circ C$  e 760 mm di Hg? La tensione di vapore dell'acqua, a  $22^\circ C$ , è 19.8 mm di Hg.

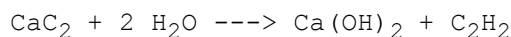
**10.** Che volume di soluzione di acido cloridrico, di densità relativa 1.18 e contenente il 35% in massa di  $HCl$ , deve essere messo a reagire con lo zinco per liberare 4.68 g di idrogeno?

**11.** 50 g di alluminio vengono messi a reagire con  $H_2SO_4$  in eccesso del 10%. L'equazione chimica della reazione è:



- (a) Che volume di acido solforico concentrato deve essere impiegato se l'acido ha densità relativa 1.30 e contiene il 96.5% in massa di  $H_2SO_4$ ?
- (b) Che volume di idrogeno si raccoglierebbe su acqua a  $20^\circ C$  e 785 mm Hg?

**12.** Un campione di 0.712 g di carburo di calcio,  $CaC_2$  commerciale, reagendo con l'acqua libera 195 ml di acetilene,  $C_2H_2$ . Il volume del gas viene misurato su acqua a  $15^\circ C$  e a 748 mm Hg. La tensione di vapore dell'acqua a  $15^\circ C$  è di 13 mm.



Determinare: (a) il volume dell'acetilene in condizioni normali; (b) la massa di  $CaC_2$  puro necessario per ottenere questo volume; (c) la percentuale in massa di  $CaC_2$  nel campione commerciale.

**13.** Si conosce un processo catalitico che consente di convertire n-eptano  $C_7H_{16}$  in toluene  $C_7H_8$ . Un sottoprodotto della reazione è l'idrogeno allo stato gassoso. Che volume di idrogeno, in condizioni normali, deve essere rimosso, quando si formano 75 g di toluene?

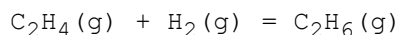
**14.** Un campione di 100 g di zinco puro al 95% è trattato con acido cloridrico. Che volume di idrogeno si produce: (a) in condizione normali, (b) a  $30^\circ C$  e 768 mm Hg?

**15.** Un gas ideale alla pressione di 650 mm occupava un pallone di volume sconosciuto. Una certa quantità di gas, spillata dal pallone, occupava un volume di  $1.52 \text{ cm}^3$  alla pressione di 1 atm. La pressione del gas rimasto nel pallone era di 600 mm. Supponendo che tutte le misure siano state eseguite alla stessa temperatura, si calcoli il volume del pallone.

**16.** Un campione di azoto gassoso viene fatto gorgogliare attraverso acqua liquida a  $25^\circ C$  e raccolto quindi in un recipiente di  $750 \text{ cm}^3$  di volume. La pressione totale del gas, saturo di vapore di acqua, è di 740 mm a  $25^\circ C$ . La pressione del vapore di acqua a questa temperatura è di 24 mm. Quante moli di azoto vi sono nel campione?

**17.** Se 2.96 g di cloruro mercurico vengono vaporizzati in un pallone da 1.00 litri a 680K, la pressione risultante è di 458 mm. Qual è il peso molecolare e la formula molecolare del vapore di cloruro mercurico?

**18.** L'etilene gassoso,  $C_2H_4$ , reagisce con l'idrogeno gassoso in presenza di un catalizzatore a base di platino per formare l'etano,  $C_2H_6$ , secondo



Una miscela di  $C_2H_4$  e  $H_2$  che conteneva più  $C_2H_4$  aveva una pressione di 52 mm in un volume sconosciuto. Dopo che il gas venne fatto passare su di un catalizzatore a base di platino, la sua pressione era di 34 mm per lo stesso volume e la stessa temperatura. Quale frazione delle molecole della miscela originaria era costituita da etilene?

**19.** Una miscela di metano,  $CH_4$ , e acetilene,  $C_2H_2$ , occupava un certo volume a una pressione totale di 63 mm. In campione venne bruciato a  $CO_2$  e  $H_2O$ , e il solo  $CO_2$  fu raccolto trovando che la sua pressione era di 96 mm allo stesso volume e alla stessa temperatura della miscela originaria. Quale frazione del gas era metano?

**20.** Il metallo scandio (Sc) reagisce con un eccesso di acido cloridrico acquoso producendo gas idrogeno. Si trova che 2.41 litri di idrogeno misurati a  $100^\circ C$  e 722 mm di pressione vengono liberati da 2.25 g di scandio. Si calcoli il numero di moli di  $H_2$  liberate, il numero di moli di scandio consumate e si scriva un'equazione globale bilanciata della reazione avvenuta.

**21.** Si prepara una miscela di idrogeno ed elio in modo tale che il numero di urti per unità di tempo delle molecole di ciascun gas sia lo stesso. Quale gas ha la concentrazione maggiore?

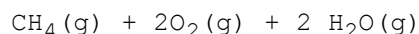
**22.** Un buon vuoto prodotto in un comune apparecchio da laboratorio corrisponde alla pressione di  $10^{-6}$  mm a  $25^\circ C$ . Si calcoli il numero di molecole per  $cm^3$  a questa temperatura e pressione.

**23.** Una bolla di gas ha un volume di 0.650 ml sul fondo di un lago, dove la pressione è 3.46 atm. Qual è il volume della bolla alla superficie del lago, dove la pressione è 1.00 atm? Assumere che la temperatura sia costante e la bolla sferica.

**24.** Il volume di un cilindro di un certo motore di automobile è 0.44 l. Il cilindro viene riempito con una miscela di benzina e aria a 1.0 atm e viene compresso dal pistone a 0.073 l prima dell'accensione della miscela combustibile. Che pressione si deve applicare per produrre questa compressione? Si assuma che la temperatura rimanga costante.

**25.** Supporre che in un termometro a gas il gas occupi un volume di 14.7 ml a  $0^\circ C$ . Il termometro viene immerso in un contenitore con pezzi di ghiaccio secco (biossido di carbonio solido), dove il gas occupa 8.4 ml. Qual è la temperatura del ghiaccio secco?

**26.** Il metano brucia secondo la reazione



Quale volume d'aria, in cui l'ossigeno è il 20% in volume, è necessario per bruciare 5.0 l di metano, quando entrambi sono alla stessa temperatura e pressione?

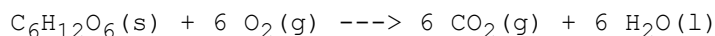
**27.** Calcolare il numero di grammi di propano,  $C_3H_8$ , in un serbatoio da 50 l, alla pressione di 7.5 atm ed alla temperatura di  $25^\circ C$ .

**28.** Calcolare la pressione esercitata da 18 g di vapor d'acqua, contenuti in un volume di 18 l a  $100^\circ C$ . Quale volume occuperebbe l'acqua se

il vapore fosse condensato in acqua liquida a 25°C? La densità dell'acqua a 25°C è 1.00 gml<sup>-1</sup>.

**29.**Le molecole di ozono nella stratosfera assorbono la maggior parte delle radiazioni ultraviolette provenienti dal Sole. la temperatura della stratosfera è -23°C e la pressione dovuta all'ozono è  $1.4 \times 10^{-7}$  atm. Calcolare il numero di molecole di ozono presenti in 1.0 l.

**30.**La respirazione cellulare avviene secondo la reazione complessiva:



Calcolare il volume di CO<sub>2</sub>(g) prodotto a 37°C (la temperatura del corpo) e 1.00 atm, in seguito alla metabolizzazione di 1.00 g di glucosio.

**31.**Calcolare la densità dell'acqua in fase gassosa a 100°C e 1.00 atm. Confrontare questo valore con la densità dell'acqua liquida a 100°C e 1.00 atm (0.958 gml<sup>-1</sup>).

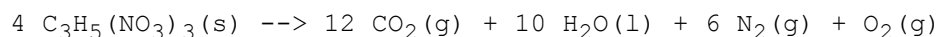
**32.**Un campione di 2.22 g di dimetilammina, una sostanza largamente impiegata nell'industria chimica, viene vaporizzato a 55°C in un contenitore sigillato da 500 ml. La pressione dovuta alla dimetilammina è 2.65 atm. Calcolare il peso di una mole di questo composto.

**33.**Un campione di 0.271 g di un gas sconosciuto occupa 294 ml a 100°C e 765 torr. La formula minima del composto è CH<sub>2</sub>. Qual è la formula molecolare del composto?

**34.**Dall'analisi chimica, un idrocarburo gassoso risulta formato dall'88.82% di carbonio e dall'11.18% di idrogeno in peso. Un campione di 62.6 mg del gas occupa 34.9 ml a 772 torr e 100°C. Determinare la formula molecolare dell'idrocarburo.

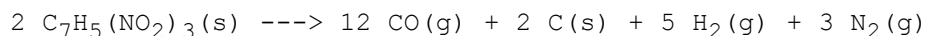
**35.**Una miscela di O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> viene fatta reagire con fosforo bianco, che fissa l'ossigeno. Se il volume diminuisce da 50.0 ml a 35.0 ml, calcolare le pressioni parziali di O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> nella miscela, assumendo che la pressione totale rimanga costante a 740 torr.

**36.**La nitroglicerina si decompone secondo la seguente equazione:



Qual è il volume totale di gas prodotto da 10 g di nitroglicerina, raccolto a 1.0 atm e 25°C? Quale pressione si sviluppa, se la reazione avviene in un recipiente chiuso del volume di 0.50 l a 25°C? Si assuma che sia valida l'equazione dei gas ideali e che sia trascurabile la pressione dovuta al vapor d'acqua.

**37.** Quando una sostanza si decompone producendo rapidamente grandi volumi di gas si ha un'esplosione. Il trinitrotoluene, TNT, quando esplode, si decompone secondo la reazione:



Qual è il volume totale di gas prodotto da 1.00 kg di TNT, raccolto a 1.0 atm e 0°C? Quale pressione si sviluppa, se la reazione avviene in un recipiente chiuso del volume di 50 l a 500°C? Assumere che sia valida l'equazione dei gas ideali.

**38.**Calcolare la velocità quadratica media,  $v_m$ , della molecola di N<sub>2</sub> a 20°C, 200°C e 2000°C.

**39.**Se si raddoppia la temperatura di un gas, quanto aumenta la sua velocità quadratica media?

40. Calcolare il cammino libero medio e la frequenza di collisione di una molecola di ossigeno a 37°C e 0.20 atm.

41. Calcolare la pressione a cui il cammino libero medio di una molecola di idrogeno risulta rispettivamente di 1.00 m, 1.00 mm e 1.00  $\mu$ m a 20°C.

42. Calcolare il numero di collisioni per secondo di una molecola di idrogeno a 20°C e 1.0 atm.

43. Due palloni identici sono riempiti uno con elio ed uno con azoto, alla stessa temperatura e pressione. Se l'azoto effonde dal pallone alla velocità di 75 ml $\cdot$ h<sup>-1</sup>, quale sarà la velocità di effusione dal pallone riempito con elio?

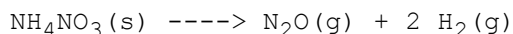
44. Usare l'equazione di van der Waals per calcolare la pressione esercitata da 24.5 g di NH<sub>3</sub> contenuti in un recipiente da 2.15 l a 300 K. Confrontare la risposta con la pressione calcolata con l'equazione dei gas ideali.

45. Il gallio metallico può essere usato come fluido da manometri a causa del suo ampio intervallo di liquidità (da 30 a 2400°C). Calcolare l'altezza della colonna di gallio liquido in un manometro a gallio alla temperatura di 850°C ed alla pressione di 1300 torr. Si assuma che la densità del gallio liquido sia 6.0 gml<sup>-1</sup>.

46. Sappiamo che occorrono 10000 litri d'aria per bruciare 1 litro di benzina. Usando quella dell'ottano, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, come formula della benzina e sapendo che l'aria contiene il 20% di ossigeno in volume, calcolare il volume d'aria a 1.0 atm e 0°C che occorre per bruciare 1 litro di benzina. La densità dell'ottano è 0.70 gml<sup>-1</sup>.

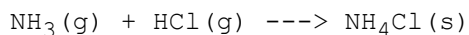
47. Si scalda un campione di 0.428 g di una miscela di KCl e KClO<sub>3</sub> e si raccolgono su acqua 80.7 ml di O<sub>2</sub> a 18°C e 756 torr. Calcolare la percentuale in peso del KClO<sub>3</sub> nella miscela (P<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 15.5 torr a 18°C).

48. L'ossido nitroso, N<sub>2</sub>O, noto anche come gas esilarante, è usato come anestetico. Esso viene preparato per decomposizione termica del nitrato d'ammonio:



Scaldando 10.0 g di nitrato d'ammonio a 200°C e 1 atm, quale volume di ossido nitroso si produce? Raffreddando quindi il gas a 0°C per condensarne in acqua liquida il vapore, quale sarà il volume occupato dall'ossido nitroso a 0°C e 1.00 atm? Trascurare il contributo dovuto al vapor d'acqua.

49. L'ammoniaca gassosa reagisce con l'acido cloridrico gassoso secondo la reazione



Supponendo che 5.0 g di NH<sub>3</sub> abbiano reagito con 10.0 g di HCl(g) in un recipiente da 1.00 l a 75°C, calcolare in atmosfere la pressione finale del gas all'interno del recipiente.